



# PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

*DIPONEGORO PHYSICS 1<sup>st</sup> CONFERENCE*

GEOTHERMAL DEVELOPMENT FOR RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY

EDITOR :

Prof. Dr. Wahyu Setia Budi, MS

Ir. Hernowo Danusaputro, M.T

Ir. Ainie Khuriati R.S., DEA

Dr. V. Gunawan SK

Dr. Eng. Hendri Widiyandari, M.Si

**ISBN : 978-602-18940-1-9**

JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
9 NOVEMBER 2013

## **SINTESIS NANOMATERIAL $\text{TiO}_2$ MENGGUNAKAN METODE SONOKIMIA DAN APLIKASINYA UNTUK FOTODEGRADASI METHYLENE BLUE**

**Singgih Wibowo<sup>1\*</sup> dan Heri Sutanto<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains Matematika, Universitas Diponegoro  
Jalan Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang  
\*singgih\_wibowo21@yahoo.com

### **Abstrak**

Penelitian tentang material semikonduktor titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) terus berkembang dalam berbagai aplikasi. Salah satunya adalah dalam aplikasi fotokatalis. Berbagai upaya dilakukan untuk menghasilkan efisiensi yang tinggi antara lain memperkecil ukuran material dalam skala nanometer. Ukuran yang semakin kecil akan memperluas permukaan sehingga lebih efisien. Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis nanomaterial  $\text{TiO}_2$  menggunakan metode sonokimia. Prekursor Titanium Klorida ( $\text{TiCl}_4$ ), Acetyl Acetone dan Aqua Bidestilation dipapar gelombang ultrasonik dengan frekuensi 20 kHz. Pemaparan ultrasonik dilakukan pada tiga prekursor yang sama dengan waktu yang berbeda – beda  $\frac{1}{2}$ , 1, dan 2 jam. Sampel kemudian dimasukkan dalam oven dengan temperatur 80 °C selama 12 jam dan sintering dengan temperatur 500 °C selama 2 jam. Material  $\text{TiO}_2$  yang dihasilkan berupa serbuk berwarna putih. Material  $\text{TiO}_2$  hasil sintesis digunakan dalam pendegradasian larutan methylene blue 10ppm dibawah cahaya matahari. Hasilnya diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui persentase degradasi methylene blue. Persentase degradasi terbaik sekitar 97,46% pada sampel dengan 1 jam pemaparan ultrasonik.

**Kata kunci :** Fotokatalis, Sonokimia, Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ).

### **PENDAHULUAN**

Beberapa dekade belakangan ini, perkembangan sektor industri berdampak pada penurunan kualitas lingkungan, salah satunya sumber air bersih. Salah satu industri yang berkontribusi besar dalam pencemaran ini antara lain industri tekstil. Industri tekstil termasuk industri batik banyak menggunakan pewarna dalam bentuk cair yang susah didegradasi secara alami. Untuk itu diperlukan inovasi dan pengembangan teknologi sebagai solusi bagi pencemaran limbah cair ini. Teknologi pengolahan limbah pewarna yang berkembang saat ini kerap kali tidak efektif dalam hal pembiayaannya yang tinggi, proses pemeliharaan dan pengawasan yang memakan waktu. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang murah, praktis dan tidak membutuhkan biaya yang tidak terlampau tinggi (Rudiyanti, 2009).

Salah satu teknologi untuk mengatasi permasalahan diatas adalah dengan memanfaatkan proses fotokatalis dari

nanomaterial  $\text{TiO}_2$  fasa anatase. Dari salah satu penelitian dinyatakan bahwa nanomaterial  $\text{TiO}_2$  fasa anatase memiliki aktivitas fotokatalis yang lebih tinggi dibandingkan fasa rutil. Selain itu, ukuran partikel yang semakin kecil (nanometer) juga berpengaruh terhadap luas permukaan sehingga lebih efisien. Namun, harga nanomaterial anatase dipasaran sangatlah mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode sederhana untuk sintesis material  $\text{TiO}_2$  dalam ukuran nanometer (Abdullah, 2009).

Dari permasalahan diatas penulis menawarkan solusi untuk sintesis nanomaterial  $\text{TiO}_2$  dengan menggunakan metode sonokimia. Metode ini sangat mudah dilakukan karena memanfaatkan getaran *ultrasonic bath* dengan frekuensi 20 kHz (Timuda, 2010). Dalam penelitian ini juga dilakukan aplikasi fotokatalis pada zat warna *methylene blue* yang tidak mudah didegradasi. Dengan penelitian ini diharapkan menjadi solusi dalam penanganan limbah cair dari zat pewarna di Indonesia.



## METODE PENELITIAN

Sintesis dilakukan dengan meneteskan 2 ml  $\text{TiCl}_4$  kedalam 2 ml asetil aseton lalu ditambahkan aqua bides sebanyak 40 ml. Kemudian larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kelajuan 300 rpm selama 5 menit. Larutan dibagi dua yang kemudian dinamakan prekursor 1 dan prekursor 2. Percobaan diulang untuk mendapatkan prekursor 3.

Prekursor – prekursor tersebut kemudian dipapar dengan gelombang ultrasonik di dalam *ultrasonic bath* berdaya 130 W dengan frekuensi 20 kHz, masing – masing selama  $\frac{1}{2}$ , 1 dan 2 jam. Selanjutnya larutan dikeringkan di dalam oven dengan temperatur  $80^\circ\text{C}$  selama 12 jam sehingga terbentuk gumpalan putih kekuningan. Gumpalan ini kemudian digerus dengan mortar dan dilakukan sintering dengan temperatur  $500^\circ\text{C}$  selama 2 jam sehingga terbentuk serbuk berwarna putih.

Larutan *methylene blue* 10 ppm dibuat dengan mencampur serbuk *methylene blue* sebanyak 10 mg ke dalam 1 liter aquades. Kemudian dilakukan homogenisasi dengan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Pisahkan larutan kedalam empat botol masing – masing sebanyak 25 ml. Selanjutnya dimasukkan 10 mg serbuk  $\text{TiO}_2$  hasil sintesis dengan waktu sonikasi 0,5 jam, 1 jam dan 2 jam kedalam masing – masing botol yang kemudian diberi nama MB $\frac{1}{2}$ , MB1, MB2 dan MBN untuk larutan tanpa  $\text{TiO}_2$ . Semua larutan kecuali larutan kontrol ditempatkan pada cahaya Matahari selama 5 jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Fotodegradasi Methylene Blue

Pada gambar 1 terlihat sampel larutan *methylene blue* saat didegradasi oleh  $\text{TiO}_2$  hasil sintesis dibawah cahaya matahari. Tampak larutan masih memiliki warna dan kecerahan yang sama. Sedangkan pada gambar 2 sampel telah mengalami perubahan warna dengan kejernihan paling optimum pada sampel dengan waktu sonikasi 1 jam.

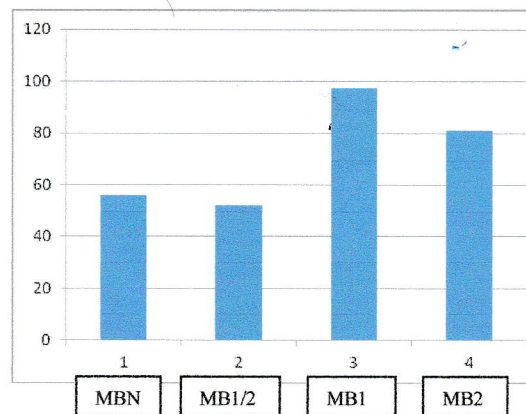


Gambar 1. Sampel larutan methylene blue saat mulai didegradasi dibawah cahaya matahari.



Gambar 2. Sampel larutan methylene blue setelah didegradasi.

Uji degradasi *methylene blue* dilakukan menggunakan UV-Vis untuk mendapatkan data kuantitatif. Data tersebut berupa nilai absorbansi masing – masing sampel. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase degradasi. Pada gambar 3 adalah grafik persentase degradasi *methylene blue*. Dari hasil uji UV- Vis terlihat nilai persentase degradasi paling optimum adalah pada sampel dengan lama sonikasi 1 jam yaitu sekitar 97,46%.



Gambar 3. Persentase degradasi methylene blue

Pada gambar 3 terlihat adanya pengaruh penambahan serbuk TiO<sub>2</sub> terhadap persentase degradasi. Pada sampel MB1/2 terlihat persentase degradasi malah turun. Hal ini dimungkinkan TiO<sub>2</sub> hasil sintesis dengan lama paparan ½ jam belum membentuk kristal TiO<sub>2</sub> yang bagus (anatase). Pada sampel MB1 persentase degradasi sangat tinggi, hal ini dimungkinkan kristal TiO<sub>2</sub> sudah bagus. Sedangkan pada sampel MB2 hasil degradasi turun lagi. Hal ini dimungkinkan terjadi kejenuhan lama pemaparan yang berlebihan. Sehingga material TiO<sub>2</sub> yang dihasilkan sudah tidak bagus lagi.

#### KESIMPULAN

Metode sonokimia dapat digunakan untuk menghasilkan nanomaterial TiO<sub>2</sub> untuk aplikasi fotokatalis. Terdapat waktu optimum pada sonikasi yaitu 1 jam. Hal ini ditunjukkan dengan hasil fotodegradasi methylene blue terbaik yaitu sebesar 97,46%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., dkk. 2009. *Pendekatan Baru Penjernihan Air Limbah : Berbasis Nanomaterial dan Zero Energy*. Berita Penelitian ITB : Bandung
- Kumar, C.S.S.R., Hormes, J., dan Leuschner, C. 2005. *Nanofabrication Towards Biomedical Applications*. Willet-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- Mekprasart, W., Wisanu P. 2011. "Synthesis and Characterization of Nitrogen-doped TiO<sub>2</sub> and its Photocatalytic Activity Enhancement Under Visible Light". *Energy Procedia* 9 (2011) 509 – 514.
- Rahma, F., I., Budianto, F., dan Pramesti, Y., S. 2010. *Penggunaan Sonokimia untuk Pengukuran Dielektrisitas Senyawa Nanokristal BiMnO<sub>3</sub> dengan Variasi Suhu Annealing*. Universitas Negeri Malang :Malang.
- Rudiyanti, Siti. 2009. *Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis*. *Jurnal Sintek Perikanan* Vol 4, No. 2, 46 – 52. UNDIP : Semarang
- Timuda, Gerald E., Maddu, Akhirudin, Irmansyah, Widiyatmoko, Bambang.

2010. Sintesis Partikel Nanocrystalline TiO<sub>2</sub> untuk Aplikasi Sel Surya Menggunakan Metode Sonokimia. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY*, hal 104 – 109 : Semarang

Xu, J., Ao, Y., Chen, M., dan Fu, D. 2010. "Photoelectrochemical Property and Photocatalytic Activity of N-doped TiO<sub>2</sub> Nanotubes Arrays" *Applied Surface Science* 256 (2010) 4397 – 4401.

<http://fiehnlab.ucdavis.edu>